

SOLID-STATE IMAGE SENSING DEVICE AND ITS MANUFACTURE

Publication number: JP6061462 (A)

Publication date: 1994-03-04

Inventor(s): KIDERA AKITO; KODAMA HIROTATSU; KITAMURA NORIHISA; TAKAGI MITSUGI; NISHI YOSHIAKI; AOKI TADASHI; TOMITANI KATSUMI +

Applicant(s): MATSUSHITA ELECTRONICS CORP +

Classification:

- international: H01L27/14; H04N9/07; H01L27/14; H04N9/07; (IPC1-7): H01L27/14; H04N9/07

- European:

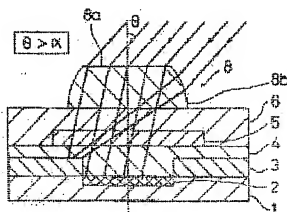
Application number: JP19920207977 19920804

Priority number(s): JP19920207977 19920804

Abstract of JP 6061462 (A)

PURPOSE: To provide a solid-state image sensing device wherein its sensitivity can be enhanced effectively without being affected by the state of the diaphragm of a lens for a video camera or the like.

CONSTITUTION: An aspherical microlens in which a flat part 8a has been formed on the top part and in which a spherical part 8b has been formed on the circumferential face continued to the top part is installed on a photodetection part 3 as a solid-state image sensing element formed on a semiconductor substrate 1. When light having a large incidence angle is incident, the light which has been incident on the spherical part 8b is condensed and does not reach the photodetection part 2. However, most of the light which has been incident on the flat part 8a on the top part reaches the photodetection part 2. As a result, the photodetection sensitivity of the solid-state image sensing element is enhanced when the incidence angle of the light is large.



Data supplied from the *espacenet* database — Worldwide

特開平6-61462

(43)公開日 平成6年(1994)3月4日

(51)Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H 0 1 L 27/14

H 0 4 N 9/07

A 3943-5C

7210-4M

H 0 1 L 27/14

D

審査請求 未請求 請求項の数4(全 6 頁)

(21)出願番号

特願平4-207977

(22)出願日

平成4年(1992)8月4日

(71)出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72)発明者 太寺 昭人

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子
工業株式会社内

(72)発明者 児玉 宏達

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子
工業株式会社内

(72)発明者 北村 則久

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子
工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 前田 弘 (外2名)

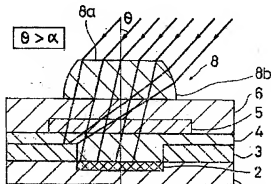
最終頁に接く

(54)【発明の名称】 固体撮像装置及びその製造方法

(57)【要約】

【目的】 ビデオカメラ等のレンズの絞り状態に影響されことなく、効果的に感度を向上させることのできる固体撮像装置を提供する。

【構成】 半導体基板1の上に形成された固体撮像素子としての受光部2の上に、頂部に平坦部8aが形成されていると共に該頂部に連続する周囲に球面部8bが形成された非球状のマイクロレンズが設けられている。入射角の大きな光が入射した場合、球面部8bに入射した光は集光されて受光部2には達しないが、頂部の平坦部8aに入射した光のうちの多くの光が受光部2に達するので、光の入射角が大きい場合の固体撮像素子の受光感度が向上する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体撮像素子の上にカラーフィルター層が設けられ、該カラーフィルター層の上に頂部が平坦面に形成されていると共に該頂部に連続する周面が球面状に形成された非球状のマイクロレンズが設けられていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 固体撮像素子の上に頂部が平坦面に形成されていると共に該頂部に連続する周面が球面状に形成された非球状のマイクロレンズが設けられていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項3】 固体撮像素子の上にカラーフィルター層を設ける工程と、上記カラーフィルター層の上に光透過性を有し紫外線が照射されると硬化し且つ熱による可塑性及び硬化の制御が可能な感光性材料を塗布して上面が平坦なボジ型レジストを形成する工程と、上記ボジ型レジストに対してエッチング処理を施すことによりドット状のレジストパターンを形成する工程と、上記ドット状のレジストパターンに紫外線を照射することにより該ドット状のレジストパターンの頂部を仮硬化させる工程と、頂部が仮硬化したドット状のレジストに熱処理を施すことによりその周面を球面状に形成する工程と、周面が球面状にされたドット状のレジストパターンに熱処理を施すことにより該ドット状のレジストパターンを硬化させて上記カラーフィルター層の上に頂部が平坦面に形成されていると共に該頂部に連続する周面が球面状に形成された非球状のマイクロレンズを設ける工程とを有することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項4】 固体撮像素子の上に光透過性を有し紫外線が照射されると硬化し且つ熱による可塑性及び硬化の制御が可能な感光性材料を塗布して上面が平坦なボジ型レジストを形成する工程と、上記ボジ型レジストに対してエッチング処理を施すことによりドット状のレジストパターンを形成する工程と、上記ドット状のレジストパターンに紫外線を照射することにより該ドット状のレジストパターンの頂部を仮硬化させる工程と、頂部が仮硬化したドット状のレジストに熱処理を施すことによりその周面を球面状に形成する工程と、周面が球面状にされたドット状のレジストパターンに熱処理を施すことにより該ドット状のレジストパターンを硬化させて上記固体撮像素子の上に頂部が平坦面に形成されていると共に該頂部に連続する周面が球面状に形成された非球状のマイクロレンズを設ける工程とを有することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【発明の簡単な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ビデオカメラ等のレンズ絞り開き時の感度を向上させるのに有効なマイクロレンズを備えた固体撮像素子及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、固体撮像素子の小型化及び高画素化に伴う受光部面積の減少による固体撮像素子の感度の低下が問題となっている。そこで、受光部面積の減少に伴う固体撮像素子の感度の低下を補うため、受光部の上にマイクロレンズを備えた固体撮像素子が利用されるようになってきた。

【0003】以下、図4～図6に基づき、従来から知られているマイクロレンズを備えた固体撮像素子について説明する。

【0004】図4は従来の固体撮像素子の主要部の断面図であって、図4において、1はシリコンからなる半導体基板、2はフォトダイオードからなる受光部、3はアルミニウムからなる遮光部、4はアクリル系透明膜からなる平坦化層、5は天然有機系レジストからなり所望の色に染色されたカラーフィルター層、6はアクリル系透明膜からなる中間層、7はアクリル系樹脂からなり半球状に形成された球状マイクロレンズである。

【0005】以下、上記のように構成された固体撮像素子の動作を説明する。

【0006】まず、受光部2の上の方だけではなく遮光部3の上の方にも入射している光が球状マイクロレンズ7を通過して集光された後、中間層5を通過、そして所定の波長を持った光のみがカラーフィルター層6を通過した後、平坦化層4を通過して受光部2に入射する。受光部2に入射した光は、その光量に応じて受光部2で信号電荷に変換される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記のような従来のマイクロレンズの構造では、図4或いは図5に示すように、ビデオカメラのレンズ絞り径が充分に小さく、固体撮像素子に入射する光が、垂直光つまり入射角 θ が0である場合又は入射角 θ が所定の入射角未満の斜光（所定の入射角とは、受光部2上に集光させることができる斜光の境界入射角のことである。以下、この所定の入射角を α とする。）である場合つまり $\theta < \alpha$ の場合には、入射光は問題なく受光部2に集光されるが、図6に示すように、ビデオカメラ等のレンズ絞りが開いた近づく、所定の入射角 α 以上の角度で入射して斜光成分が増加した場合つまり $\theta > \alpha$ の場合には、受光部2に集光できない斜光成分が増大するので、固体撮像素子の感度が十分に向上しないという問題を有していた。

【0008】本発明は、上記のような問題を解決するものであり、ビデオカメラ等のレンズの絞り状態に影響されことなく、効果的に固体撮像素子の感度を向上させることができる固体撮像素子及びそのような固体撮像素子の製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、請求項1の発明は、カラー固体撮像素子を対象とし、カラーフィルターの上に設けられるマイクロレンズ

の形状を、頂部が平坦面で該頂部に連続する周面が球面状に形成された非球状にするものであって、具体的には、固体撮像装置を、固体撮像素子の上にカラーフィルター層が設けられ、該カラーフィルター層の上に頂部が平坦面に形成されていると共に該頂部に連続する周面が球面状に形成された非球状のマイクロレンズが設けられている構成である。

【0010】請求項2の発明は、白黒固体撮像装置を対象とし、固体撮像素子の上に設けられるマイクロレンズの形状を、頂部が平坦面で該頂部に連続する周面が球面状に形成された非球状にするものであって、具体的には、固体撮像装置を、固体撮像素子の上に頂部が平坦面に形成されていると共に該頂部に連続する周面が球面状に形成された非球状のマイクロレンズが設けられている構成である。

【0011】請求項3の発明は、請求項1の発明に係るカラー固体撮像装置を製造する方法であって、固体撮像素子の上にカラーフィルター層を設ける工程と、上記カラーフィルター層の上に光透過性を有し紫外線が照射されると硬化し且つ熱による可塑及び硬化の制御が可能な感光性材料を塗布して上面が平坦なボジレジストを形成する工程と上記ボジレジストに対してエッチング処理を施すことによりドット状のレジストパターンを形成する工程と、上記ドット状のレジストパターンに紫外線を照射することにより該ドット状のレジストパターンを硬化させて上記カラーフィルター層の上に頂部が平坦面に形成されていると共に該頂部に連続する周面が球面状に形成された非球状のマイクロレンズを設ける工程とを有する構成とするものである。

【0012】請求項4の発明は、請求項2の発明に係る白黒固体撮像装置を製造する方法であって、固体撮像素子の上に光透過性を有し紫外線が照射されると硬化し且つ熱による可塑及び硬化の制御が可能な感光性材料を塗布して上面が平坦なボジレジストを形成する工程と、上記ボジレジストに対してエッチング処理を施すことによりドット状のレジストパターンを形成する工程と、上記ドット状のレジストパターンに紫外線を照射することにより該ドット状のレジストパターンの頂部を硬化させる工程と、頂部が硬化したドット状のレジストに熱処理を施すことによりその周面を球面状に形成する工程と、周面が球面状にされたドット状のレジストパターンに熱処理を施すことにより該ドット状のレジストパターンを硬化させて上記固体撮像素子の上に頂部が平坦面に形成されていると共に該頂部に連続する周面が球面状に形成された非球状のマイクロレンズを設ける工程とを有する構成とするものである。

【0013】

【作用】請求項1又は2の発明の構成により、光の入射角が0であるか又は小さい場合には、非球状のマイクロレンズの頂部の平坦面に入射した光は集光されずに非球状のマイクロレンズを通過するので略全部の光が固体撮像素子に達し、非球状のマイクロレンズの球面状の周面に入射した光は非球状のマイクロレンズにより集光されて大部分の光が固体撮像素子に達する。

【0014】一方、光の入射角が大きい場合には、非球状のマイクロレンズの頂部の平坦面に入射した光は集光されずに非球状のマイクロレンズを通過するので多くの光が固体撮像素子に達し、非球状のマイクロレンズの球面状の周面に入射した光は非球状のマイクロレンズにより集光されるが従来の球状のマイクロレンズと同様に固体撮像素子以外の部分に達する。このように光の入射角が大きい場合には、非球状のマイクロレンズの頂部の平坦面に入射した光の内の多くの光が固体撮像素子に達する。

【0015】請求項3又は4の発明の構成により、固体撮像素子又はカラーフィルターの上に、紫外線が照射されると硬化し且つ熱による可塑及び硬化の制御が可能な感光性材料を塗布し、エッチング処理をしてドット状のレジストパターンを形成した後、該ドット状のレジストパターンに紫外線を照射することにより該ドット状のレジストパターンの頂部を硬化させておき、頂部が硬化したドット状のレジストに熱処理を施してその周面を球面状に形成するため、頂部は熱処理を受けても軟化しないので平坦性を維持する一方、硬化していない周面は熱処理により球面状になる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【0017】図1は本発明の一実施例に係る固体撮像装置の主要部分の断面図である。図1においては、符号1～6については図4に示す従来例と同一の部分であるので、同一の符号を付すことにより、詳細な説明は省略する。

【0018】図1において、8は固体撮像素子の受光部2よりも光入射側に設けられ、光透過率の高い材料で形成され且つ頂部に平坦な領域である平坦部8aを有し該平坦部8aに連続する周面に球面部8を有する非球状のマイクロレンズである。

【0019】以下、以上のように構成された固体撮像装置の動作の説明をする。

【0020】まず、図1に示すように、光が固体撮像装置に対して垂直に入射した場合つまり入射角 $\theta=0$ の場合、受光部2の光入射側に設けられた非球状マイクロレンズ8の平坦部8aに入射した光は、そのまま垂直に非球状マイクロレンズ8を通過する。一方、非球状マイクロレンズ8の平坦部8aの周辺に形成された球面部8b

に入射した光は、中心方向に集光される。そして、非球状マイクロレンズ8の平坦部8a及び球面部8bに入射した光は中間層6を通過した後、所定の波長を持った光のみがカラーフィルター層5を通過し、その後、平坦化層4を通過して受光部2に入射する。さらに受光部2に入射した光は、その光量に応じて信号電荷に変換される。

【0021】次に、光が所定の入射角 α 未満の入射角 θ を持って入射したときの状態を図3に示す。この場合は、入射角 θ が0でないため、入射光は非球状マイクロレンズ8の平坦部8aで屈折した後、中間層6、カラーフィルター層5及び平坦化層4を通過する。平坦化層4を通過した入射光の一部はアルミ遮光部3によって遮られるが、平坦化層4を通過した入射光の大部分は受光部2に入射する。非球状マイクロレンズ8の球面部8bに入射した斜光も、球面部8bで屈折した後、中間層6、カラーフィルター層5及び平坦化層4を通過して、多少集光点はずれるが受光部2に集光する。

【0022】次に、光が所定の入射角 α 以上の入射角 θ を持って入射したときの状態を図3に示す。図2の場合と同様に、入射角 θ が0でないため、入射光は非球状マイクロレンズ8の平坦部8aで屈折した後、中間層6、カラーフィルター層5及び平坦化層4を通過する。平坦化層4を通過した入射光の一部はアルミ遮光部3によって遮られるが、平坦化層4を通過した入射光の大部分は受光部2に入射する。非球状マイクロレンズ8の球面部8bに入射した斜光は、集光点がずれるため、遮光部3によって遮られる。以上のように、光が所定の入射角 α 以上の入射角 θ を持って入射した場合、若干の収光率の低下は見られるものの、光が垂直に入射した場合に近い感度を得ることができる。

【0023】以下、図1に基づき、本発明の一実施例に係る固体撮像装置の製造方法を説明する。

【0024】まず、半導体基板1の表面における中央部に固体撮像素子としての受光部2を形成した後、半導体基板1における受光部2が形成された領域の周辺部の上にアルミニウムよりなる遮光部3を形成する。その後、受光部2及び遮光部3の上にアクリル系透明膜よりなり上面が平坦な平坦化層4を形成した後、該平坦化層4の上に天然有機系レジストよりなるカラーフィルター層5を形成する。

【0025】次に、カラーフィルター層5の上に平坦化層4で使したものと同じアクリル系透明膜を塗布することで、カラーフィルター層5の上に中間層6を形成する。即ち、中間層6の膜厚は、非球状マイクロレンズ8の効果を最大限に得るために、受光部2の上面から中間層6の上面までの距離が $7\sim 8\mu\text{m}$ になるように塗布膜厚を調整する。

【0026】次に、光透過率が高く、 ε 値又は i 線に対して感光度を持ち、紫外線を照射することにより硬化させることができ、温度により可塑・硬化を制御できるよ

うなポジ型レジスト材を用いて以下に説明するような方法により、中間層6の上に非球状マイクロレンズ8を形成する。すなわち、まず、上記のポジ型レジスト材を $1.5\sim 2.5\mu\text{m}$ の膜厚になるように中間層6の上に全面に亘って塗布する。その後、オープンによりポジ型レジスト材をプリベークした後、受光部2の上にドット状のパターンを露光するようにポジ型レジストに対して線又は i 線により露光を行ない、有機溶剤にて現像処理を行なう。その後、ドット状のポジ型レジストに紫外線を照射することにより、該ドット状のポジ型レジストの表面を仮硬化させて該ドット状のポジ型レジストの表面を平坦化し、非球状マイクロレンズ8の平坦部8aを形成した後、 $150\sim 200^\circ\text{C}$ の温度で熱処理することにより、マイクロレンズ8における平坦部8aに連続する周面に球面部8bを形成する。このような工程により、頂部に平坦部8aを有する非球状マイクロレンズ8を形成することができる。

【0027】以上のように本実施例によれば、非球状マイクロレンズ8に対する光の入射角にはほとんど関係なく、すなわちビデオカメラのレンズの絞り状態に関係なく、非球状マイクロレンズ8に入射した光を受光部2に集光することができる。

【0028】また、暗所の監視用カメラなどのように、光量が少い場所で絞りを開放して撮影を行なう場合には、本実施例のような非球状マイクロレンズ8を用いることにより、絞り開放時の感度を向上させることができ、非常に有用である。

【0029】また、本実施例では、半導体基板1上に形成された固体撮像素子としての受光部2の上にカラーフィルター層5を形成するカラー固体撮像装置について説明したが、本発明は、受光部2の上にカラーフィルター層5を形成しない白黒固体撮像装置についても同様の効果がある。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1又は2の発明に係る固体撮像装置によると、マイクロレンズの形状を、頂部が平坦面に形成されていると共に該頂部に連続する周面が球面状に形成された非球状としたため、光の入射角が0であるか又は小さい場合には、頂部の平坦面に入射した光は集光されずに略全部が固体撮像素子に達すると共に球面状の周面に入射した光は集光されて大部分が固体撮像素子に達し、光の入射角が大きい場合には、球面状の周面に入射した光は集光されて固体撮像素子には達しないが頂部の平坦面に入射した光のうちの多くの光が固体撮像素子に達するので、光の入射角が大きい場合の固体撮像装置の感光度が向上する。

【0031】このように、本発明により、ビデオカメラのレンズ絞りに影響されることなく、固体撮像装置の感度を効果的に向上させることができる。

【0032】また、請求項3又は4の発明に係る固体撮

像装置の製造方法によると、固体撮像素子又はカラーフィルター層の上に光透過性を有し紫外線が照射されると硬化し且つ熱による可塑及び硬化の制御が可能な感光性材料を塗布して上面が平坦なボジ型レジストを形成した後、エッチング処理を施してドット状のレジストパターンを形成し、その後、ドット状のレジストパターンに紫外線を照射してその頂部を仮硬化させておいた状態で、ドット状のレジストに熱処理を施してその周囲を球面状に形成するので、頂部は熱処理を受けても軟化しないので平坦性を維持する一方で仮硬化していない周囲は熱処理により半球状になる。従って、固体撮像素子又はカラーフィルター層の上に、頂部が平坦面に形成されていると共に該頂部に連続する周囲が球面状に形成された非球状のマイクロレンズを簡易且つ確実に設けることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る固体撮像装置の主要部の断面図である。

【図2】上記一実施例に係る固体撮像装置に所定の入射角 α 未満の入射角で光が入射したときの状態を説明する図1相当図である。

【図3】上記一実施例に係る固体撮像装置に所定の入射角 α 以上の入射角で光が入射したときの状態を説明する図1相当図である。

【図4】従来の固体撮像装置の主要部の断面図である。

【図5】従来の固体撮像装置に所定の入射角 α 未満の入射角で光が入射したときの状態を説明する図4相当図である。

【図6】従来の固体撮像装置に所定の入射角 α 以上の入射角で光が入射したときの状態を説明する図4相当図である。

【図3】上記一実施例に係る固体撮像装置に所定の入射角 α 以上の入射角で光が入射したときの状態を説明する図1相当図である。

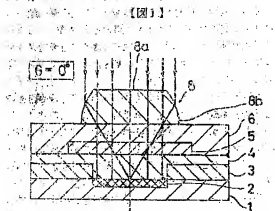
【図4】従来の固体撮像装置の主要部の断面図である。

【図5】従来の固体撮像装置に所定の入射角 α 未満の入射角で光が入射したときの状態を説明する図4相当図である。

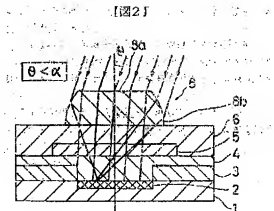
【図6】従来の固体撮像装置に所定の入射角 α 以上の入射角で光が入射したときの状態を説明する図4相当図である。

【符号の説明】

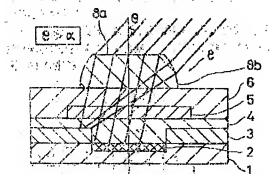
- 1 半導体基板
- 2 受光部
- 3 遮光部
- 4 平坦化層
- 5 カラーフィルター層
- 6 中間層
- 7 球状のマイクロレンズ
- 8 非球状のマイクロレンズ
- 8a 平坦部
- 8b 球面部



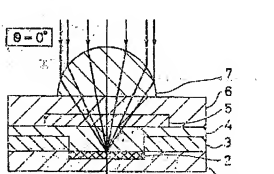
【図1】



【図2】

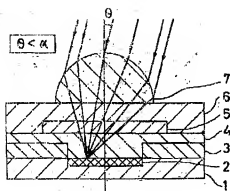


【図3】

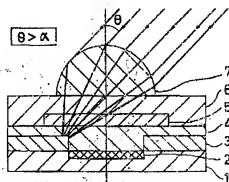


【図4】

【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 高木 真
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子
工業株式会社内
(72)発明者 西 嘉昭
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子
工業株式会社内

(72)発明者 青木 正
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子
工業株式会社内
(72)発明者 富谷 克巳
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電子
工業株式会社内